

УДК 621.762

## ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СТАЛЕМЕДНОЙ ПРОВОЛОКИ

Рудницкий Э.А., Феськов Е.В.

научный руководитель д-р техн. наук Довженко Н. Н.

*Сибирский федеральный университет*

Потребности современной техники и перспективы ее развития диктуют необходимость создания материалов с самыми разнообразными свойствами. Объединение нескольких компонентов в единую структуру позволяет получить совершенно новый композиционный материал со свойствами, отличными от его составляющих. Механизм получения композиционных металлов был и остаётся предметом многочисленных исследований ученых, внесших значительный вклад в решение этой проблемы, таких как А.П. Семёнова, Н. Н. Рыкалина, М. Х. Шоршорова, Е. И. Астрова, Ю. Л. Красулина, Э. С. Каракозова, Б. С. Касаткина, М. Г. Лозинского, А. И. Тананова и др.

Композиционные биметаллические материалы представляют собой сочетание двух и более химически разнородных материалов с четкой границей раздела между ними, имеют высокие значения прочности, жаропрочности, жесткости и сопротивления деформации. В основе получения композиционных биметаллических материалов лежит процесс образования неразъемного соединения разнородных компонентов с достаточно высокой прочностью их соединения.

Одной из важных проблем получения биметаллических материалов является - обработка крупногабаритных блюмсов состоящих из композиционных биметаллических сталемедных материалов. Для таких материалов характерен массивный стальной сердечник и медная оболочка. Трудности обработки таких биметаллических сталемедных блюмсов заключаются в том, что сталь трудно деформируется, а медь при такой деформации трескается и «сползает». Это объясняется тем, что сталь имеет большое сопротивление деформации, а медь достаточно пластичный металл.

На сегодняшний день основным направлением в области композиционных биметаллических материалов являются исследования посвященные созданию тонкой биметаллической сталемедной проволоки. В качестве сердечника для такой проволоки чаще всего рекомендуют качественные малоуглеродистые стали: 15Г; 15; 20; Св08А. Для обеспечения высокой электропроводности проволоки в качестве плакирующего металла применяется электролитическая медь марок М0 или М1.

Удачное сочетание технических ценных свойств позволяет считать медь важнейшим металлом высокой проводимости. Наряду с имеющимися преимуществами:

- низкое удельное сопротивление;
- хорошая технологичность;
- стойкость к воздействию окружающей атмосферы;
- относительная легкость в пайке и сварке.

Но медь имеет и недостатки: недостаточно высокая механическая прочность и дефицитность.

Материалы, образующие композиционный биметалл - сталемедную проволоку, должны образовывать между собой качественное соединение. На поверхности раздела соединяемых металлов существует шесть типов связи: механическая; путем смачивания и растворения; оксидная; реакционная; обменно-реакционная; смешанная.

Разработка технологии получения сталемедной проволоки с оболочкой из

чистой меди без следов интерметаллидов, с равномерно распределённой её толщиной по поверхности сердечника является важной технической задачей.

Технологический процесс получения сталемедной проволоки состоит из следующих основных операций:

а) получение биметаллического слитка путем заливки стального сердечника жидкой медью;

б) прокатка биметаллических слитков в круглый профиль небольшого сечения (катанку);

в) волочение в несколько последовательных протяжек с промежуточными термическими обработками.

Оптимальный тепловой режим получения биметаллического сталемедного слитка должен обеспечивать прочное сцепление оболочки и сердечника и минимальное растворение железа в меди. Повышение температуры нагрева сердечника и заливаемой меди способствует растворению железа в металле оболочки и ухудшает электрические характеристики проволоки. Снижение указанных температур понижает сцепление сердечника и оболочки в слитке, что влечет за собой сползание меди или латуни при дальнейшей прокатке, появление закатов, вздутий и других дефектов.

Нагрев сталемедных слитков под прокатку ведется до температур 960 - 980°С с оболочкой из меди. Перед прокаткой нагретые сталемедные слитки подвергают душированию в течение 10-15 сек для охлаждения оболочки и выравнивания сопротивления деформации металлов оболочки и сердечника. Прокатка слитков на катанку ведется сначала в обжимной клети, а затем в чистовой линии сортовых прокатных станах.

Для получения качественных сталемедных соединений, больших размеров, необходимо использовать совместную деформацию при прокатке и диффузионную сварку в вакууме.

После горячей прокатки медь полностью рекристаллизуется, а стальной слой состоит из вытянутых чередующихся зерен феррита и перлита. Между сталью и медью имеется очень тонкий слой, отличающийся по травимости от металлов основы. Вблизи границы контакта наблюдается постепенное уменьшение фрагментов зерен и понижение травимости. Предположительно диффузионный слой со стороны меди представляет  $\epsilon$ -твердый раствор, а со стороны стали  $\alpha$ -твердый раствор. Суммарная толщина диффузионного слоя составляет примерно 3 мкм.

Необходимо отметить сложность калибровки круглого биметаллического сталемедного профиля и указывается, что наиболее высокое качество проката может быть обеспечено при условии применения четырех- и трехвалковых калибров. Двухвалковые калибры применимы в том случае, если они обеспечивают достаточный охват сечения раската, стесненное уширение, кантовку на 90° после каждого прохода и плавное формоизменение. При прокатке сталемедного профиля в калибрах большую трудность представляет устранение, специфических внутренних дефектов: разнотолщинности оболочки, смещения сердечника, искажения его профиля.

В связи с этим калибровка, разработанная для прокатки сталемедного круглого профиля, всегда должна быть проверена опытным путем. В настоящее время одной из применяемых калибровок чистовой линии стана для получения сталемедной биметаллической катанки является калибровка по системе круг - овал с одним квадратным калибром (рис. 1).

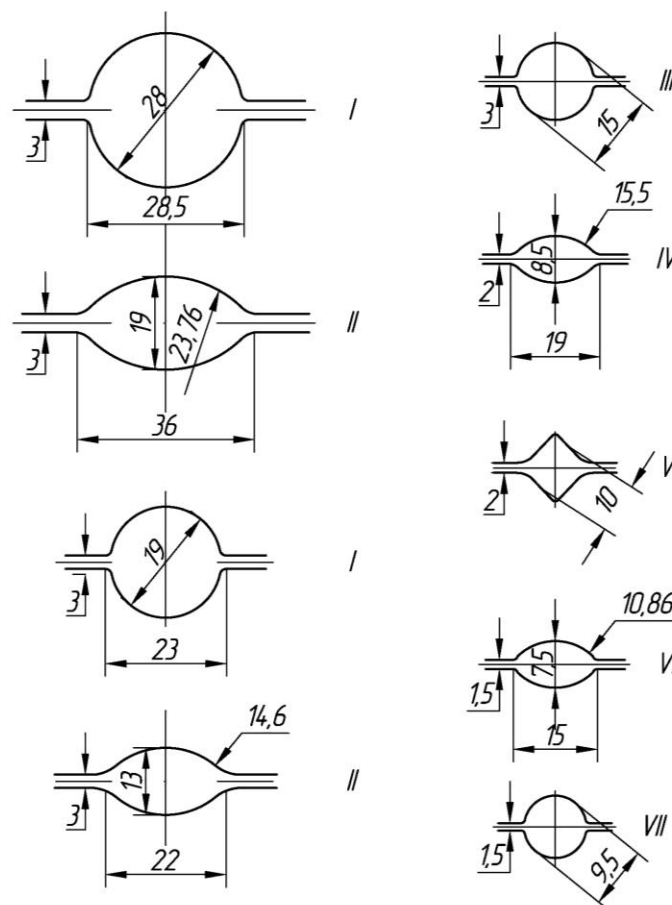


Рисунок 1 – Калибровка чистой линии стана для прокатки биметаллической сталемедной катанки (I – VII – номера калибров)

Изучение процессов, контролирующих образование соединения при сварке давлением, а также влияния основных факторов на его прочность, пластичность и воспроизводимость свойств — важнейшая задача в области совершенствования технологии получения сталемедной проволоки совместной пластической деформацией (прокаткой, волочением и др.)

Острота проблемы повышения качества биметаллической сталемедной проволоки, увеличение объёмов её выпуска непосредственно связанная с разработкой более дешёвого способа наряду с существующим металлургическим и способом обрабатывания.

#### Список литературы

1. Винник П.Г. Материаловедение: учебно-методическое пособие/ П.Г. Винник, О.Н. Морозова, А.Н. Копыл – Ростов н/Д:ИПО ПИ ЮФУ, 2007. – 220 с.
2. Голованенко С. А. Производство биметаллов: учеб. пособие/ С. А. Голованенко, В. А. Устименко и Л. В. Меандровым М.: Металлургия, 1966. - 153 с.
3. Ильченко Н.И. Получение методом горячей прокатки в вакууме слоистых и композиционных материалов типа медь-сталь и исследование их свойств / Н.И. Ильченко, С.Ю. Диденко, И.М. Неклюдов, С.Л. Бондаренко // ИФТТМТ ННЦ ХФТИ, г. Харьков, Украина Вопросы атомной науки и техники. 2003. № 3.